

10 Rec. 22 JUL 2003

日本国特許庁

22.01.03

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 1月23日

REC'D 24 APR 2003

出願番号

Application Number:

特願2002-013792

[ST.10/C]:

[JP2002-013792]

出願人

Applicant(s):

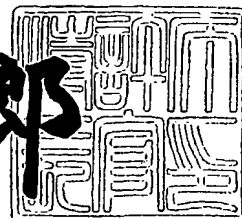
庄司 道彦

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 4月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3012509

BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願

【整理番号】 A100545

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G06F 3/00

【発明者】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 4 1 3 番 2 号

 【氏名】 庄司 道彦

【特許出願人】

 【住所又は居所】 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 4 1 3 番 2 号

 【氏名又は名称】 庄司 道彦

【代理人】

 【識別番号】 100087859

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 渡辺 秀治

 【電話番号】 03-5351-7518

【選任した代理人】

 【識別番号】 100110973

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 長谷川 洋

 【電話番号】 03-5351-7518

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 023618

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理システム、画像処理装置およびディスプレイ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

実物体の形態および上記実物体を見る観察者と上記実物体との位置関係に合う形態のCGを生成する画像生成手段と、

上記CGの周縁に後光画像を生成する後光生成手段と、

上記CGと上記後光画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成手段と

上記合成画像を、上記実物体に重なるように上記観察者が見るディスプレイに表示させる画像表示処理手段と、

を備えることを特徴とする画像処理システム。

【請求項 2】

実物体の形態および上記実物体を見る観察者と上記実物体との位置関係に合う形態のCGを生成する画像生成手段と、上記CGの周縁に後光画像を生成する後光生成手段と、上記CGと上記後光画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成手段と、上記合成画像を上記観察者側に送信する合成画像送信手段とを有する画像処理装置と、

上記合成画像送信手段から送信された上記合成画像を、上記実物体に重なるように、上記観察者が見るディスプレイに表示させる画像表示処理手段を有するディスプレイ装置と、

を備えることを特徴とする画像処理システム。

【請求項 3】

前記後光生成手段は、前記観察者と前記実物体との距離の測定における誤差を見積もり、その誤差に基づいて、前記実物体が前記CGの周縁にはみ出して見えることを防止するのに十分な厚みの前記後光画像を生成することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の画像処理システム。

【請求項 4】

前記後光生成手段は、前記実物体または前記観察者が動いた際に、前記実物体

と前記CGとの間に生じたずれを前記観察者に見せないのに十分な厚みの前記後光画像を生成することを特徴とする請求項1から3のいずれか1項記載の画像処理システム。

【請求項5】

前記観察者が見るディスプレイと前記実物体との間の距離、角度および前記観察者から見た前記実物体の方向の内、少なくともいずれか1つを検知する検知手段を備えることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載の画像処理システム。

【請求項6】

前記実物体は、自由に動くことが可能な人間型または人間以外の動物型のロボットであることを特徴とする請求項1から5のいずれか1項記載の画像処理システム。

【請求項7】

ネットワークを介して、外部から前記CGを受信するための通信手段を、さらに備えることを特徴とする請求項1から6のいずれか1項記載の画像処理システム。

【請求項8】

実物体の形態および上記実物体を見る観察者と上記実物体との位置関係に合う形態のCGを生成する画像生成手段と、

上記CGの周縁に後光画像を生成する後光生成手段と、

上記CGと上記後光画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成手段と

、
を備えることを特徴とする画像処理装置。

【請求項9】

前記後光生成手段は、前記観察者と前記実物体との距離の測定における誤差を見積もり、その誤差に基づいて、前記実物体が前記CGの周縁にはみ出して見えることを防止するのに十分な厚みの前記後光画像を生成することを特徴とする請求項8記載の画像処理装置。

【請求項10】

前記後光生成手段は、前記実物体または前記観察者が動いた際に、前記実物体と前記CGとの間に生じたずれを前記観察者に見せないのに十分な厚みの前記後光画像を生成することを特徴とする請求項8または9記載の画像処理装置。

【請求項11】

前記観察者が見るディスプレイと前記実物体との間の距離、角度および前記観察者から見た前記実物体の方向の内、少なくともいずれか1つを検知する検知手段を備えることを特徴とする請求項8から10のいずれか1項記載の画像処理装置。

【請求項12】

ネットワークを介して、外部から前記CGを受信するための通信手段を、さらに備えることを特徴とする請求項8から11のいずれか1項記載の画像処理装置。

【請求項13】

実物体の形態および上記実物体を見る観察者と上記実物体との間の位置関係に合う形態のCGの周縁に生成させた後光画像と、上記CGとを合成した合成画像を、上記実物体に重なるように上記観察者が見るディスプレイに表示させる画像表示処理手段を備えることを特徴とするディスプレイ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ディスプレイを見る観察者に対して仮想現実（バーチャルリアリティ）を体験させるための画像処理システム、画像処理装置およびディスプレイ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来から、人が実物体である人間型ロボットあるいは人間以外の動物を模した動物型ロボット（以下、単に「ロボット」という）に対して親近感を持つようにさせるために、そのロボットに現実の人間または動物（以下、「人間等」という）と同じような外観を与える方法が試みられている。

【0003】

具体的には、軟性物質で形成された外皮でロボットを覆う方法（第1の方法）、ロボットの頭部に人間等の顔を映し出す方法（第2の方法）、またはロボットの表面を再帰性反射物質で塗装し、そのロボットの表面をスクリーンとして、映像投射装置から人間等の全身映像を投影する方法（第3の方法）などがある。これらの方法によれば、観察者に対して、ロボットをあたかも本当の人間等であるかのように感じさせ、ロボットに対する違和感を低減することができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、第1の方法では、ロボットをより現実の人間等に近づけるべく、ロボットに顔の表情を持たせる必要がある。顔の表情を持たせるためには、ロボットの顔の表面が自由に動くように数多くのアクチュエータをロボットに備える必要がある。このため、ロボットのコスト上昇およびアクチュエータの制御の煩雑化などを招いてしまう。加えて、外皮で外観を模倣するので、1種類の人間等の外観しか与えることができないという制約もある。

【0005】

また、第2の方法では、ロボットの頭部に備えたディスプレイ上に人間等の顔を映すため、観察者がロボットを正面から見ない限り不自然となる。すなわち、観察者がロボットを横や後から見ると、ロボットにしか見えなくなってしまう。

【0006】

さらに、第3の方法では、ロボットと映像投射装置との間に何らかの障害物が存在する場合には、ロボットの表面にその障害物の影が映ってしまう。したがって、かかる場合も、観察者がロボットを現実の人間等と認識するのは困難である。また、観察者は、ロボットに近づくと自分の影が映ってしまうので、ロボットに触れることもできない。

【0007】

そこで、以上のような問題を解消すべく、観察者に頭部搭載型ディスプレイ（以後、「HMD」という）を装着させ、そのHMDにおいて、ロボットの動きに連動させたCG（Computer Graphics）を、ロボットに重ねるように投影させる

方法が考えられる。

【0008】

この方法によれば、人間等のCGをロボットに合わせて自由に変化させることができる。このため、ロボットの表情や姿勢なども自由かつ容易に動かすことができる。また、人間等のCGを3DCGとすることにより、観察者がロボットを横や後から見ても不自然さを感じさせない。また、HMDは観察者の目を覆うゴーグルタイプのディスプレイであって、CGを観察者の目の前で投影するものである。このため、HMDでは障害物の影が映ってしまうこともない。さらに、観察者がロボットに触れることもできるため、観察者は視覚と触覚により、仮想現実を体験することができる。したがって、観察者は、ロボットに対して一層親近感を抱くことができるようになる。

【0009】

しかし、上記のようなHMDにCGを投影させる方法にも問題が残されている。ロボットの位置や姿勢などの動きに連動させて、HMDに映し出す人間等のCGを変化させるためには、ロボット側またはHMD側のセンサで検知した各種データに基づいて空間座標の計算を行い、画像処理を行わなければならない。

【0010】

検知したデータに大きな測定誤差があったり、あるいはデータの送信時間や画像処理における空間座標の計算時間が所定以上必要となると、ロボットの動きとCGとの間にずれが生じてしまう。また、ロボットに何らかの外乱が加わることで、突然、ロボットが動くこともある。この場合にも、ロボットとCGとの間にずれが生じてしまう。

【0011】

このような理由で、ずれが生じると、観察者（すなわち、HMD装着者）の心情は白けてしまい、その結果、観察者がロボットに対して感情を移入することが妨げられてしまう。

【0012】

一方、上記のようなロボットとCGとのずれは、各種センサ、ロボットおよびHMDを高性能にして、画像処理の高精度化および画像処理の高速化を図ること

によって、小さくできる。しかし、完全にずれを無くすことは不可能である。また、ずれを極めて小さくするために、ロボットに高性能のセンサおよびCPUなどを搭載すると、コストの上昇を招き、経済面でも不利となる。

【0013】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、低コストにてロボットに対する親近感を高めることができる画像処理システム、画像処理装置およびディスプレイ装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

以上の目的を達成するため、本発明は、実物体の形態および実物体を見る観察者と実物体との位置関係に合う形態のCGを生成する画像生成手段と、CGの周縁に後光画像を生成する後光生成手段と、CGと後光画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成手段と、合成画像を、実物体に重なるように観察者が見るディスプレイに表示させる画像表示処理手段とを備える画像処理システムとしている。これにより、実物体の動きとCGとの間にずれが生じた場合でも、そのずれを隠すことができる。したがって、観察者には違和感無く実物体に接することができる。

【0015】

また、別の発明は、実物体の形態および実物体を見る観察者と実物体との位置関係に合う形態のCGを生成する画像生成手段と、CGの周縁に後光画像を生成する後光生成手段と、CGと後光画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成手段と、合成画像を観察者側に送信する合成画像送信手段とを有する画像処理装置と、合成画像送信手段から送信された合成画像を、実物体に重なるように、観察者が見るディスプレイに表示させる画像表示処理手段を有するディスプレイ装置とを備える画像処理システムとしている。これにより、実物体の動きとCGとの間にずれが生じた場合でも、画像処理装置においてそのずれを隠すための後光画像付きの合成画像を生成させ、その生成させた合成画像をHMDに送信して、観察者の見るディスプレイ装置において、観察者から違和感の無いように合成画像を投影させることができる。

【0016】

また、別の発明は、後光生成手段が、観察者と実物体との距離の測定における誤差を見積もり、その誤差に基づいて、実物体がCGの周縁にはみ出して見えることを防止するのに十分な厚みの後光画像を生成する画像処理システムとしている。このため、観察者と実物体との距離が正確に検知されない場合であってもCGが実物体を隠すことになる。したがって、観察者は、自然なCGを楽しむことができる。

【0017】

また、別の発明は、後光生成手段が、実物体または観察者が動いた際に、実物体とCGとの間に生じたずれを観察者に見せないのに十分な厚みの後光画像を生成する画像処理システムとしている。このため、実物体または観察者の動きにCGの生成が追従できない場合であっても、CGが実物体を隠すことになる。したがって、観察者は、自然なCGを楽しむことができる。

【0018】

また、別の発明は、観察者が見るディスプレイと実物体との間の距離、角度および観察者から見た実物体の方向の内、少なくともいずれか1つを検知する検知手段を備える画像処理システムとしている。このため、実物体と観察者との動作の変化に対して高精度で追従するCGの生成が可能となる。

【0019】

また、別の発明は、実物体を自由に動くことが可能な人間型または人間以外の動物型のロボットとする画像処理システムとしている。このため、観察者にとって、ロボットがCGのキャラクタに見える。したがって、観察者は、あたかも本物のキャラクタがいるかのような仮想現実を味わうことができる。

【0020】

また、別の発明は、ネットワークを介して、外部からCGを受信するための通信手段をさらに備える画像処理システムとしている。このため、観察者は、自分の好みのCGを外部から簡単に入手できる。したがって、1つの実物体を持つことによって、複数のキャラクタを味わうことができる。

【0021】

また、別の発明は、実物体の形態および実物体を見る観察者と実物体との位置関係に合う形態のCGを生成する画像生成手段と、CGの周縁に後光画像を生成する後光生成手段と、CGと後光画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成手段とを備える画像処理装置としている。これにより、実物体の動きとCGとの間にずれが生じた場合でも、そのずれを隠すことができる。したがって、観察者には違和感無く実物体に接することができる。さらに、合成画像を表示する装置と画像処理装置とを分けることにより、観察者の見るディスプレイ装置側の負荷を減らすことができる。

【 0 0 2 2 】

また、別の発明は、後光生成手段が、観察者と実物体との距離の測定における誤差を見積もり、その誤差に基づいて、実物体がCGの周縁にはみ出して見えることを防止するのに十分な厚みの後光画像を生成する画像処理装置としている。このため、観察者と実物体との距離が正確に検知されない場合であってもCGが実物体を隠すことになる。したがって、観察者は、自然なCGを楽しむことができる。

【 0 0 2 3 】

また、別の発明は、後光生成手段が、実物体または観察者が動いた際に、実物体とCGとの間に生じたずれを観察者に見せないのに十分な厚みの後光画像を生成する画像処理装置としている。このため、実物体または観察者の動きにCGの生成が追従できない場合であっても、CGが実物体を隠すことになる。したがって、観察者は、自然なCGを楽しむことができる。

【 0 0 2 4 】

また、別の発明は、観察者が見るディスプレイと前記実物体との間の距離、角度および観察者から見た実物体の方向の内、少なくともいずれか1つを検知する検知手段を備える画像処理装置としている。このため、実物体と観察者との動作の変化に対して高精度で追従するCGの生成が可能となる。

【 0 0 2 5 】

また、別の発明は、ネットワークを介して、外部からCGを受信するための通信手段を、さらに備える画像処理装置としている。このため、観察者は、自分の

好みのCGを外部から簡単に入手できる。したがって、1つの実物体を持つことによって、複数のキャラクタを味わうことができる。

【0026】

また、別の発明は、実物体の形態および実物体を見る観察者と実物体との位置関係に合う形態のCGの周縁に生成させた後光画像と、CGとを合成した合成画像を、実物体に重なるように観察者が見るディスプレイに表示させる画像表示処理手段を備えるディスプレイ装置としている。これにより、実物体の動きとCGとの間にずれが生じた場合でも、そのずれを隠すことができる。したがって、観察者には違和感無く実物体に接することができる。さらに、合成画像を表示するディスプレイ装置と、合成画像を生成する画像処理装置とを分けることにより、観察者の見るディスプレイ装置側の負荷を減らすことができる。

【0027】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態につき、図面に基づき説明する。なお、以後、実物体を、人間型ロボットに代表されるロボットとして説明するが、マネキン等の動かないものとしても良い。

【0028】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の画像処理システムの構成を示すブロック図である。図1に示すように、本発明の画像処理システムは、画像処理装置となる人間型ロボット1とディスプレイ装置となるHMD2とから構成されている。図2は、人間型ロボット1の外観を示す図である。人間型ロボット1は、2足歩行で動くことができ、また、手、首、足などの各関節が動くように構成されている。

【0029】

図1に示すように、人間型ロボット1は、センサ11a、11b、11cと、通信部12と、相対位置姿勢計算部13と、関節アクチュエータ14と、画像処理部15と、記憶部16と、通信部17とを備えている。また、HMD2は、センサ21a、21bと、通信部22、23と、立体画像表示部24と、制御部25とを備えている。

【0030】

センサ11aは、人間型ロボット1の表面に加えられた接触圧を検知するセンサである。センサ11bは、人間型ロボット1の姿勢を測定するために、各関節の角度を検知するセンサである。センサ11cは、HMD2の位置、すなわち、HMD2を装着している観察者と人間型ロボット1との相対距離を測定して検出するセンサである。各センサ11a、11b、11cのデータ（体表接触圧データ、関節角度データおよび相対距離情報）は、通信部12に送られる。

【0031】

通信部12は、各センサ11a、11b、11cから送られた各データを受信するとともに、HMD2からデータを受信する。HMD2から送信されたデータは、HMD2にあるセンサ21bが測定した人の頭部の姿勢データ（頭部姿勢データ）である。通信部12は、これら全てのセンサ11a、11b、11cからのデータを相対位置姿勢計算部13に送る構成部である。なお、この実施の形態において、人間型ロボット1とHMD2との間のデータ通信は、アンテナ（図示せず）を介して無線で行われることを想定しているが、これに限るものではなく、ケーブルを介して有線で行われるものであっても良い。

【0032】

相対位置姿勢計算部13は、通信部12から送られたデータの内、センサ11a、11bでそれぞれ検知されたデータに基づいて、人間型ロボット1が所定の姿勢となるような各関節の目標角度のデータを計算する構成部である。また、相対位置姿勢計算部13は、通信部12から送られた全てのデータ（体表接触圧データ、関節角度データ、相対距離情報および頭部姿勢データ）に基づいて、人間型ロボット1の姿勢および人間型ロボット1とHMD2との相対位置関係を求め、それらの情報から、HMD2を装着した観察者がロボット1を見た場合における視界に映る人間型ロボット1の形状である相対位置姿勢データを計算する構成部であり、CG生成のためのデータを画像処理部15に送る。このように、相対位置姿勢計算部13は、画像生成手段を兼ねる。

【0033】

関節アクチュエータ14は、相対位置姿勢計算部13で計算された目標関節角

度データに基づいて、各関節の角度を変化させる駆動機構である。画像処理部 15 は、画像生成部 15 a（画像生成手段）と、後光生成部 15 b（後光生成手段）と、合成画像生成部 15 c（合成画像生成手段）とからなる。画像処理部 15 は、相対位置姿勢計算部 13 で計算された相対位置姿勢データに基づいて、記憶部 16 に保存されている人物 CG のデータを読み出し、その人物 CG のデータに対して画像生成、輪郭抽出、後光生成および画像合成の各処理を施して、合成画像（＝処理済 CG データ）を生成する。ここで、輪郭抽出は、画像生成部 15 a で行われる。画像処理部 15 は、中央演算処理ユニット（CPU）、画像処理プロセッサ、メモリとで構成されるのが一般的であるが、これ以外のハード構成でも良い。なお、画像処理部 15 の詳細な処理動作については、後述する。

【0034】

記憶部 16 は、人物 CG のデータを格納する記憶媒体である。人物 CG のデータは、例えば、ドライブ（図示せず）によって CD-ROM などのメディアから読み込むことより記憶部 16 に格納される。ここで、人物 CG のデータとしては、例えば、芸能人など著名人の CG データなどが考えられる。通信部 17 は、画像処理部 15 で処理した処理済 CG データを受け取ると、その処理済 CG データを HMD 2 に対して送信する構成部である。

【0035】

HMD 2 は、図 3 に示すように、ゴーグルタイプのディスプレイであって、観察者の頭部に装着される装置である。HMD 2 は、透過型のヘッドマウントディスプレイであって、観察者の目の映像投影部のうち映像が映されていない部分は光を透過する。したがって、観察者は、HMD 2 の映像投影部のうちの映像が映されていない部分から、人間型ロボット 1 を一例とする実物体（実存している物体であって、CG の立体映像とは反対の意である）を見ることができる。

【0036】

図 1 に示すように、HMD 2 の内部にあるセンサ 21 a は、人間型ロボット 1 の位置、すなわち HMD 2 を装着している観察者と人間型ロボット 1 との相対距離を測定して検出するセンサである。また、センサ 21 b は、HMD 2 を装着している観察者の頭部の姿勢（顔の向いている方向や傾きなど）を検知するセンサ

である。

【 0 0 3 7 】

通信部 2 2 は、センサ 2 1 b で検知された頭部姿勢データを人間型ロボット 1 に対して送信する構成部である。また、通信部 2 3 は、人間型ロボット 1 から送信された処理済 C G データを受信する構成部である。

【 0 0 3 8 】

立体画像表示部 2 4 は、通信部 2 3 で受信された処理済 C G データを表示する画像表示処理手段である。制御部 2 5 は、HMD 2 の各部の動作を制御する構成部である。

【 0 0 3 9 】

次に、人間型ロボット 1 の画像処理について、図 4 から図 8 に基づいて説明する。

【 0 0 4 0 】

人間型ロボット 1 は、電源がオンの状態においては、常に、センサ 1 1 a およびセンサ 1 1 b がそれぞれ体表接触圧データおよび関節角度データを検知している。そして、センサ 1 1 a およびセンサ 1 1 b で検知された体表接触圧データおよび関節角度データは、通信部 1 2 を介して相対位置姿勢計算部 1 3 に送られる。相対位置姿勢計算部 1 3 は、体表接触圧データおよび関節角度データに基づいて、人間型ロボット 1 が所定の姿勢になるように目標関節角度データを計算する。そして、関節アクチュエータ 1 4 は、目標関節角度データを受け取って、人間型ロボット 1 の各関節を目標関節角度に調整する。これにより、人間型ロボット 1 は、様々な姿勢に変化させて動き回ることが可能となる。

【 0 0 4 1 】

センサ 1 1 c が、HMD 2 を検出すると、人物 C G のデータに画像処理を施して HMD 2 に送信するモードに移行する。センサ 1 1 c は、HMD 2 との間の相対距離を測定し、通信部 1 2 を介して、その相対距離の情報を相対位置姿勢計算部 1 3 に送る。また、通信部 1 2 は、HMD 2 の通信部 2 2 から送信された頭部姿勢データを受信し、その頭部姿勢データを相対位置姿勢計算部 1 3 に送る。

【 0 0 4 2 】

相対位置姿勢計算部 13 は、全てのセンサデータ、すなわち、体表接触圧データ、関節角度データ、相対位置情報、頭部姿勢データに基づいて、相対位置姿勢データを計算し、その相対位置姿勢データを画像処理部 15 に送る。画像処理部 15 は、相対位置姿勢データに基づいて、以下のように人物 CG のデータに画像処理を施す。

【0043】

図 4 は、画像処理部 15 の画像処理動作の流れを簡単に説明するためのフローチャートである。画像処理部 15 は、相対位置姿勢データを受け取ると、まず、記憶部 16 に格納されている人物 CG のデータを読み出して、その人物 CG データと相対位置姿勢データに合った CG に変換する（ステップ S1）。

【0044】

ここで、CG は、コンピュータで描かれたあらゆるポーズの絵という意味ではなく、関節位置や表面形状の 3 次元情報を備えた、いわゆる 3DCG であり、コンピュータで描かれた 3 次元のフィギュアである。画像処理部 15 は、この CG の関節を自由に動かしたり、視点を変化させたりすることができる。具体的には、画像処理部 15 は、空間座標を設定し、相対位置姿勢データに基づいて、人間型ロボット 1 の各関節位置に軌道を与えて動かすことによって、人間型ロボット 1 の姿勢に合った CG を生成する。このような画像処理部 15 により画像生成処理をした CG 40 の例を、図 5 に示す。

【0045】

なお、3DCG とは、フォトグラフィのような左目と右目に見える像のずれによって脳の錯覚を利用して、目の前にある像（絵）が立体的に浮かんでいるように見える、いわゆる立体視映像とは異なるものであるが、さらに立体視のための処理を 3DCG に対して行っても良い。

【0046】

次に、画像処理部 15 は、画像生成された CG 40 の輪郭を抽出する（ステップ S2）。このような画像処理部 15 による輪郭 41 の抽出処理の結果を、図 6 に示す。次に、画像処理部 15 は、抽出した CG 40 の輪郭 41 の周縁に後光 42 を生成する（ステップ S3）。この後光 42 は、人間型ロボット 1 と CG 40

とのずれを隠すための光である。このような画像処理部15による後光42の生成処理の結果を、図7に示す。

【0047】

ここで、後光42は、その目的から、人間型ロボット1の動きとCG40とのずれが十分隠れる程度の幅を持たせる必要がある。したがって、後光の幅は、人間型ロボット1の各関節などが最大速度で動いているときに生じるずれをカバーできる厚みが必要である。

【0048】

次に、画像処理部15は、生成したCG40と後光42の画像とを合成する（ステップS4）。このような画像処理部15により合成された合成画像の例を、図8に示す。図8に示すように、CG40の周縁に後光42を付けることにより、人間型ロボット1とCG40との微妙なずれを隠すことができるとともに、CG40の周縁に後光42があっても、観察者にとって違和感を感じさせることもない。

【0049】

画像処理部15は、図1に示すように、CG40に後光42を合成した処理済CGデータを通信部17を介してHMD2に送信する。HMD2では、通信部23が人間型ロボット1の通信部17から送信された処理済CGデータを受信すると、その処理済CGデータを立体画像表示部24に送る。立体画像表示部24は、処理済CGデータを人間型ロボット1の動きと重なるように、図示されない映像投影部に表示させる。HMD2を装着している観察者は、人間型ロボット1に重ねて、HMD2で後光42のあるCG40を見ることができる。これにより、観察者は、人間型ロボット1とCG40とのずれを感じなくなる。

【0050】

なお、HMD2で人物CGのデータを人間型ロボット1に重ね合わせて表示しているときに、HMD2を装着している観察者（利用者）が人間型ロボット1に触った場合には、人間型ロボット1のセンサ11aがそれを感知する。この結果、画像処理部15は、人物CGのデータの画像処理を施して、その人物画像の表情を変化させるように構成しても良い。また、観察者が触った場所や強さなどに

応じて人物の表情をプログラムで予め定められた通りに、怒ったり、笑ったりするように構成しても良い。

【0051】

以上のように、この実施の形態によれば、人間型ロボット1の画像処理部15によって、CG40の周縁に後光42を施すようにしているので、ロボットの動きとCG40との間にずれが生じた場合でも、そのずれを隠すことができ、観察者はそのずれを認識することがなくなり、その結果、人間型ロボット1に対して感情移入を容易に行うことが可能となる。また、実際に、観察者が人間型ロボット1に触れることができ、より一層、そのCGの人物と触れ合っているような感覚を味わうことができることになる。

【0052】

なお、本発明における画像処理装置は、玩具的な用途以外にも、様々な用途に利用することが期待できる。具体的には、まず、利用者が好きな芸能人の人物CGのデータを再生することにより、その芸能人と仮想的に触れ合うことができる立体ポスターとして楽しむことができる。さらに、人間型ロボット1に対話装置を搭載することにより、非常に効果的な広告媒体ともなり得る。

【0053】

また、利用者が人間型ロボット1と一緒に散歩やスポーツなどを楽しむことも考えられる。また、生前に自分の人物CGのデータを遺しておくことにより、自分の死後に家族の悲しみを和らげることもできるものと考えられる。さらに、病人や老人の介護や福祉目的などにも利用されることも期待できる。

【0054】

また、本実施の形態では、人間型ロボット1側に相対位置姿勢計算部13および画像処理部15を設けていたが、これに限るものではない。HMD2側に相対位置姿勢計算部13および画像処理部15を設けるようにしても良い。この場合、人間型ロボット1の通信部12から体表接触圧データおよび関節角度データがHMD2に送信され、HMD2側でそれらのデータに基づいて相対位置姿勢データを計算し、その相対位置姿勢データに基づいて人物CGのデータの画像処理を施すことになる。

【0055】

次に、最適な後光42の設定方法について、図面に基づいて説明する。人間型ロボット1とHMD2との間の相対位置の測定には、誤差がある。この測定誤差に起因して、CG40の周縁から人間型ロボット1がはみ出して見える可能性がある。かかる事態を防止するため、CG40に施す後光42の厚みを、最適化するようにしている。すなわち、後光42の厚さを大きくするほど、人間型ロボット1が見えるリスクは低くなる一方で、CG40の見え方は、より不自然になる。したがって、上記ずれを隠すに充分で、かつ最低の厚みの後光42を表示させるのが好ましい。以下、奥行き方向と上下左右方向に分けて、最適な後光42の厚さを計算する方法を説明する。

【0056】

まず、奥行き方向の測定誤差に基づいて後光42の厚さを計算する方法について説明する。

【0057】

図9は、人間の視覚のピンホールカメラモデルである。原点0はレンズ中心に相当し、原点0から目標点である物体50までの真の距離が l (エル)のとき、センサの測定値は誤差も含めて $l(1 \pm \alpha)$ に収まるものとする。距離 l に存在する、幅 w の物体50が視野に占める視野角 $2\theta_{real}$ とする。この場合、HMD2の表示部には視野角 $2\theta_{real}$ に相当する幅のCG51を映し出すことにより、物体50をCG51で隠すことが可能である。なお、人間の網膜には、視野角 $2\theta_{real}$ に相当する幅のCG52が写っている。

【0058】

これに対し、図10に示すように、原点0から目標点である物体50までの距離が $l(1 + \alpha)$ であると判定された場合、HMD2の表示部には、距離 $l(1 + \alpha)$ に存在する幅 w の物体53が占める視野角 $2\theta_{mis}$ に相当する幅でCG54が表示される。すると、 $\theta_{real} > \theta_{mis}$ であるため、HMD2に表示されたCG51から物体50がはみ出して見える。このときのはみ出し幅は、以下の数式1および数式2を用いて計算できる。

【数1】

$$l(1 + \alpha)\tan \theta_{\text{mis}} = w$$

【数2】

$$l \tan \theta_{\text{real}} = w$$

【0059】

よって、数式3を導く事ができる。

【数3】

$$\tan \theta_{\text{mis}} = (1 / 1 + \alpha) \tan \theta_{\text{real}}$$

【0060】

よって、はみ出し幅 δ は、数式4で示すように求めることが出来る。

【数4】

$$\begin{aligned} \delta &= l(\tan \theta_{\text{real}} - \tan \theta_{\text{mis}}) \\ &= l\{\tan \theta_{\text{real}} - (1 / 1 + \alpha) \tan \theta_{\text{real}}\} \\ &= l \tan \theta_{\text{real}}(\alpha / 1 + \alpha) \end{aligned}$$

【0061】

この結果、例えば、観察者の1 m前方に、肩幅50 cmのロボットが存在するものとし、センサ11cを赤外線距離センサ、超音波距離センサとし、それらによる測定誤差を1 cmとすると、 $\alpha = 0.01$ となる。また、 $\tan \theta_{\text{real}} = 0.25$ となる。よって、はみ出し幅は、 $1 \cdot 0.25 \cdot (0.01 / 1.01)$ 、すなわち0.0025 mとなる。したがって、後光42の厚みが2.5 m mであれば、はみ出しを覆うことができる。

【0062】

次に、上下左右方向の誤差に基づいて後光42の厚さを計算する方法について説明する。なお、簡便化のため、三辺測量方式に用いる3点のうち、2点を取り出して説明する。

【0063】

図11に示すように、点 S_1 、 S_2 から目標点までの距離をそれぞれ、 l_1 、 l_2 で表す。また、点 S_1 S_2 間の距離は l_{12} である。今、目標点が S_1 S_2 間の中点を通る垂直線上にあって、 $l_1 = l_2$ とする。それぞれの測定誤差の割合を β とすると、物体の位置の左右誤差が最も大きくなるのは、図12に示すように、目標点が点 S_1 から $l_1(1-\beta)$ 、点 S_2 から $l_2(1+\beta)$ の距離にあるとされた場合である。この場合の左右誤差 x は、三平方の定理より、数式5のように計算できる。

【数5】

$$\begin{aligned} & \{l_1(1-\beta)\}^2 - (l_{12}/2 - x)^2 \\ &= \{l_2(1+\beta)\}^2 - (l_{12}/2 + x)^2 \end{aligned}$$

【0064】

次に、数式5の両辺を展開して、 x について整理すると、数式6のようになる。また、今、 $l_1 = l_2$ なので、右辺を l_2 でまとめて整理すると、数式7のようになる。

【数6】

$$x = \{l_2^2(1+\beta)^2 - l_1^2(1-\beta)^2\} / (2l_{12})$$

【数7】

$$x = 2\beta l_2^2 / l_{12}$$

【0065】

この結果、今、観察者の1 m前方に、ロボットが存在するものとし、点 S_1 および点 S_2 がHMD 2の左右に存在しているとして、 $l_{12} = 0.2$ mとする。すると、誤差無く測定できた場合に、 l_1 と l_2 は、三平方の定理より1.005 mである。今、センサによる l_1 と l_2 の測定誤差 β を0.01とすると、左右方向のずれ x は、 $2 \cdot 0.01 \cdot (1.005)^2 / 0.2 = 0.101$ となる。

【0066】

つまり、後光42の厚みが約10 cmあれば、測定誤差によるはみ出しを覆うことができる。また、この誤差は距離の二乗に比例しており、ロボットが半分の距離にあれば、後光の厚さは1/4の2.5 cmで良い。

【0067】

以上の奥行方向の測定誤差を補償する後光42の厚さと、上下左右方向の測定誤差を補償する後光42の厚さの和が、必要な後光42の厚さである。

【0068】

次に、人間型ロボット1の動作に対して、CG40の処理が遅れる場合に、その遅れを補償するのに必要な後光42の厚さ t を計算する方法について説明する。

【0069】

今、人間型ロボット1が動いた瞬間から、当該動いた人間型ロボット1を基準としてCG40をHMD2に表示するまでの時間(=遅れ)を T (sec)とする。また、人間型ロボット1の動作速度を V (m/sec)とする。すると、図13に示すように、時間 T の間に人間型ロボット1が次の状態(時間 T 後の人間型ロボット)1aに移動する距離 X (m)は、 VT (m)となる。

【0070】

したがって、後光42の厚さ t (m)を VT (m)に設定すると、人間型ロボット1の動作にCG40の表示処理が追いつかなくても、後光42の厚み t から外に、時間 T 後の人間型ロボット1aが見えることはない。

【0071】

例えば、CG40の処理の遅れ T を0.1 sec、人が不安に感じないロボッ

トの速度であって最も速い手先の動作速度 V を 0.6 m/sec とする。すると、遅れを補償する後光の厚さ t は、 0.1 sec で移動した人間型ロボットの距離 $X (=TV)$ である 6 cm となる。

【0072】

(第2の実施の形態)

第1の実施の形態では、メディアを通じて人物CGのデータを記憶部16に保存していたが、本実施の形態では、ダウンロード装置3から配信される人物CGのデータをインターネットなどのネットワークを通じて受信し、その受信した人物CGのデータを記憶部16に保存する。

【0073】

図14は、本発明の画像処理システムの構成を示すブロック図である。図14において、ダウンロード装置3は、インターネットなどのネットワーク（図示せず）上にホームページを提供し、そのホームページにアクセスしてきた画像処理装置の利用者に対して、その利用者が希望するCG40のデータをネットワークを通じて配信（ダウンロード）するサーバである。

【0074】

このダウンロード装置3の内部には、図14に示すように、通信部31、記憶部32および制御部33を備えている。通信部31は、図示されないネットワークを介してデータ通信を行う構成部である。記憶部32は、例えば、複数の著名な人物とそっくりなCG40のデータを保存する構成部である。制御部33は、ダウンロード装置3の各部の動作を制御するとともに、CG40のデータの配信や配信履歴の管理などを行う構成部である。

【0075】

人間型ロボット1の通信部17は、ネットワークに接続可能である。したがって、利用者は、人間型ロボット1の通信部17を介してネットワーク上に提供されているホームページにアクセスできる。

【0076】

なお、その他の構成については、図1に示した構成と同様であるため、同一構成については同一符号を付すことにより、重複する説明を省略する。

【0077】

次に、本発明の画像処理システムの動作について、図15に基づいて説明する。

【0078】

図15は、本発明の画像処理システムの動作の流れを説明するためのフローチャートである。画像処理装置の利用者は、CG40のデータの配信を希望する場合には、まず、ダウンロード装置3がネットワーク上に提供しているホームページにアクセスする（ステップS11）。次に、利用者は、そのホームページ上のアイコンをクリックするなどして、希望する人物CGのデータを選択する（ステップS12）。

【0079】

ダウンロード装置3の制御部33は、ホームページにアクセスしてきた利用者によって人物CGのデータが選択されると、その選択された人物CGのデータを通信部31からネットワークを通じて人間型ロボット1に対して配信する（ステップS13）。

【0080】

人間型ロボット1では、通信部17がダウンロード装置3から配信された人物CGデータを受信すると（ステップS14）、その受信した人物CGのデータを記憶部16に格納して保存する（ステップS15）。

【0081】

以上のように、本実施の形態によれば、ダウンロード装置3がネットワークを通じて人物CGのデータを配信するように構成されているので、利用者が様々な人物CGのデータを簡易かつ確実に取得することができる。その結果、画像処理装置の利用性を一層向上させることができる。

【0082】

（第3の実施の形態）

次に、画像処理をHMD2で行うようにした画像処理システムについて説明する。

【0083】

図 1 6 に示すように、人間型ロボット 1 は、センサ 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c と、通信部 1 2 と、相対位置姿勢計算部 1 3 と、関節アクチュエータ 1 4 と、通信部 1 7 とを備えている。また、HMD 2 は、画像処理部 1 5 と、記憶部 1 6 と、センサ 2 1 a, 2 1 b と、通信部 2 2, 2 3 と、立体画像表示部 2 4 と、制御部 2 5 とを備えている。人間型ロボット 1 および HMD 2 の両構成部の機能は、第 1 の実施の形態で説明した機能と同様の機能である。

【 0 0 8 4 】

人間型ロボット 1 は、各センサ 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 2 1 b からのデータに基づいて、人間型ロボット 1 の体勢および観察者との位置関係を計算し、その計算結果を HMD 2 に送信する。HMD 2 は、人間型ロボット 1 から送信されてきた計算結果に基づいて、記憶部 1 6 から CG 4 0 を選出し、その選出した CG 4 0 を表示部に立体画像表示部 2 4 に表示する。

【 0 0 8 5 】

このように、HMD 2 に画像処理の機能を持たせることにより、人間型ロボット 1 のコスト低減、ロボット本来の機能の充実を図ることができる。

【 0 0 8 6 】

なお、第 1 の実施の形態から第 3 の実施の形態では、人物 CG のデータを適用した画像処理装置および画像処理システムについて説明したが、これに限られるものではない。例えば、人間以外の動物（犬など）の CG であってもよい。この場合、人間型ロボット 1 の代わりに動物型ロボット（犬型ロボットなど）を用いると良い。

【 0 0 8 7 】

また、第 2 の実施の形態では、ダウンロード装置 3 から配信される人物 CG データを人間型ロボット 1 で受信するように構成されていたが、HMD 2 側に相対位置姿勢計算部 1 3 および画像処理部 1 5 を備え、HMD 2 側で受信するようにしても良い。

【 0 0 8 8 】

また、利用者が、自身のパソコンでダウンロード装置 3 のホームページにアクセスし、そのパソコンで人物 CG のデータをダウンロードし、そのダウンロード

した人物CGのデータをメディアに移して、メディアを介してHMD2の記憶部16に保存するようにしても良い。

【0089】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、低コストにてロボットに対する親近感を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の画像処理システムの構成を示すブロック図である。

【図2】

本発明の画像処理装置となる人間型ロボット1の外観を示す図である。

【図3】

本発明のディスプレイ装置となるヘッドマウントディスプレイの外観を示す図である。

【図4】

図2の画像処理装置における画像処理の動作の流れを説明するためのフローチャートである。

【図5】

図2の画像処理装置により生成したCGの一例を示す図である。

【図6】

図2の画像処理装置により抽出したCGの輪郭を示す図である。

【図7】

図2の画像処理装置において生成した後光の一例を示す図である。

【図8】

図2の画像処理装置において、CGと後光とを合成した合成画像の一例を示す図である。

【図9】

人間の視覚のピンホールカメラモデルである。

【図10】

実物体の奥行方向の測定誤差がある場合の、実物体とCGとのずれを示す図である。

【図 1 1】

両眼から正面の実物体を見る状態を模式的に示す図である。

【図 1 2】

図 1 1 の状態において、左右方向の測定誤差がある場合の、実物体とCGとのずれを示す図である。

【図 1 3】

時間Tの間に人間型ロボットが次の状態（時間T後の人間型ロボット）に移動した際に、画像処理の遅れを補償する後光の厚さを示す図である。

【図 1 4】

本発明の画像処理システムの第2の実施の形態を示すブロック図である。

【図 1 5】

図 1 4 の画像処理システムにおいて、ダウンロード装置からCGをダウンロードし、記憶する処理動作を説明するためのフローチャートである。

【図 1 6】

本発明の画像処理システムの第3の実施の形態を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1 人間型ロボット（実物体、ロボット、画像処理装置）
- 2 HMD（ディスプレイ装置）
- 3 ダウンロード装置（サーバ）
- 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c センサ（検知手段）
- 1 3 相対位置姿勢計算部（画像生成手段）
- 1 5 画像処理部（画像生成手段、後光生成手段、合成画像生成手段）
- 1 5 a 画像生成部（画像生成手段）
- 1 5 b 後光生成部（後光生成手段）
- 1 5 c 合成画像生成部（合成画像生成手段）
- 1 7 通信部（通信手段）
- 2 1 a, 2 1 b センサ（検知手段）

2 4 立体画像表示部（画像表示処理手段）

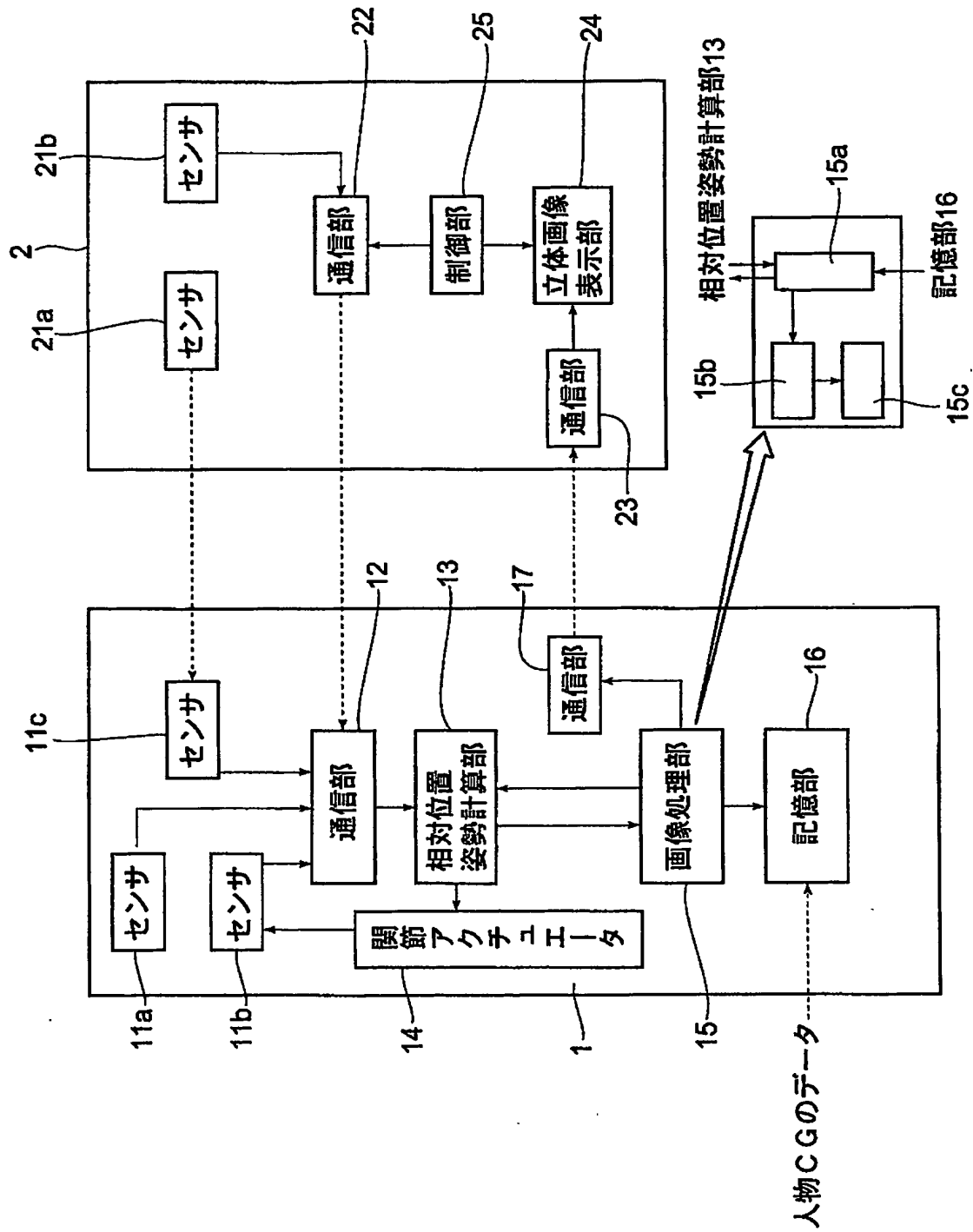
3 1 通信部（通信手段）

4 0 C G

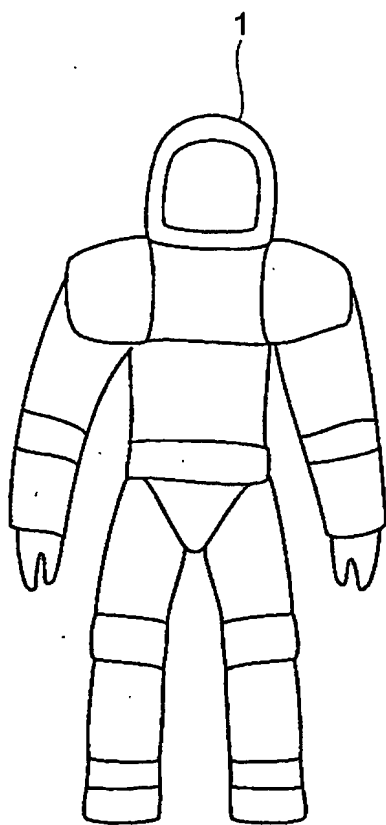
4 2 後光

【書類名】 図面

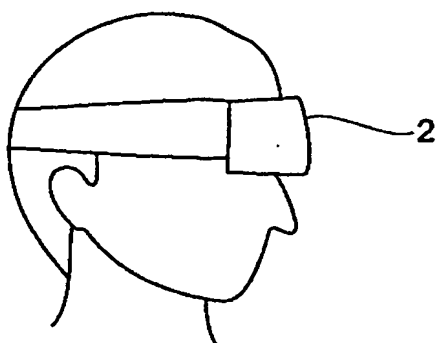
【図 1】



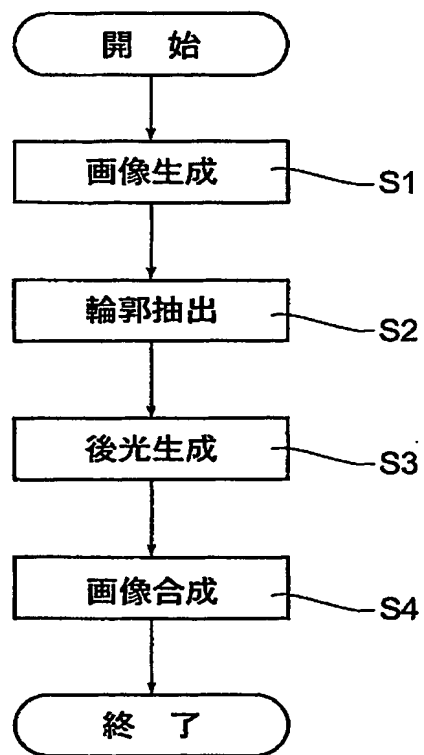
【図 2】



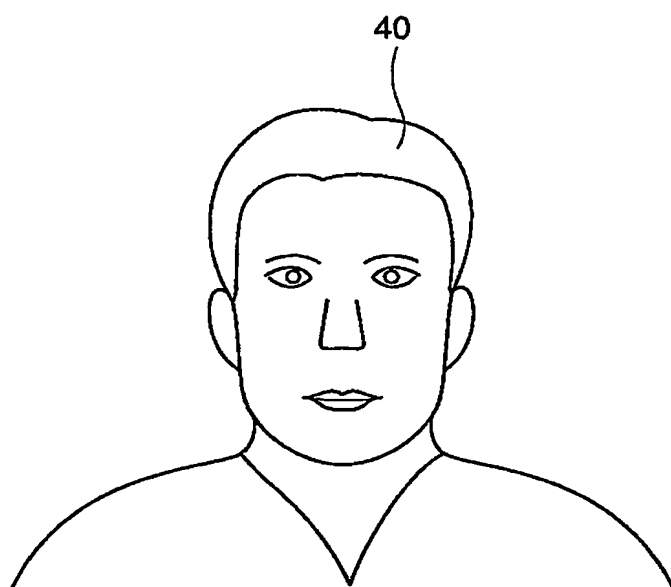
【図3】



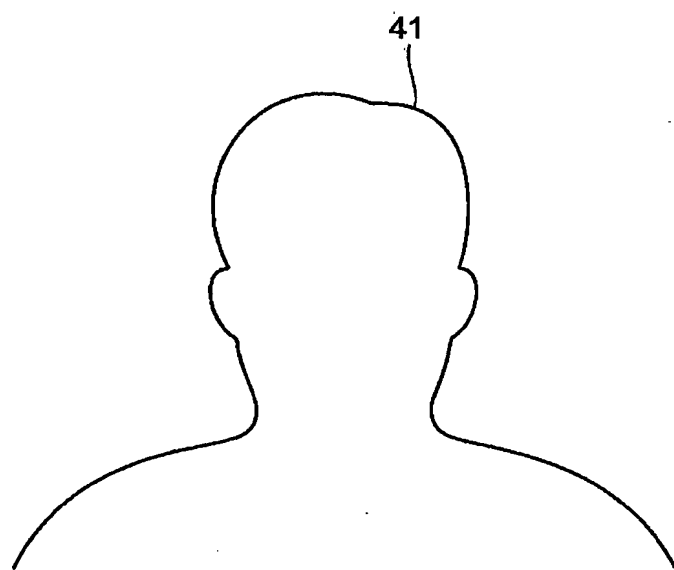
【図 4】



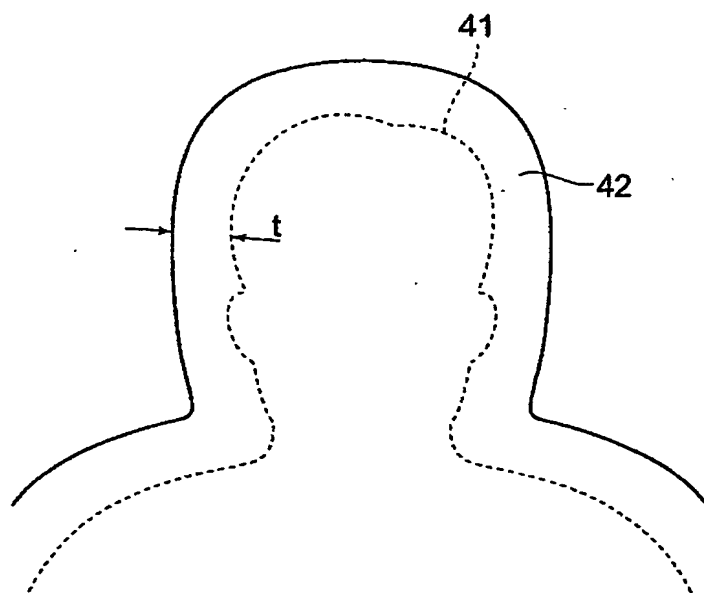
【図5】



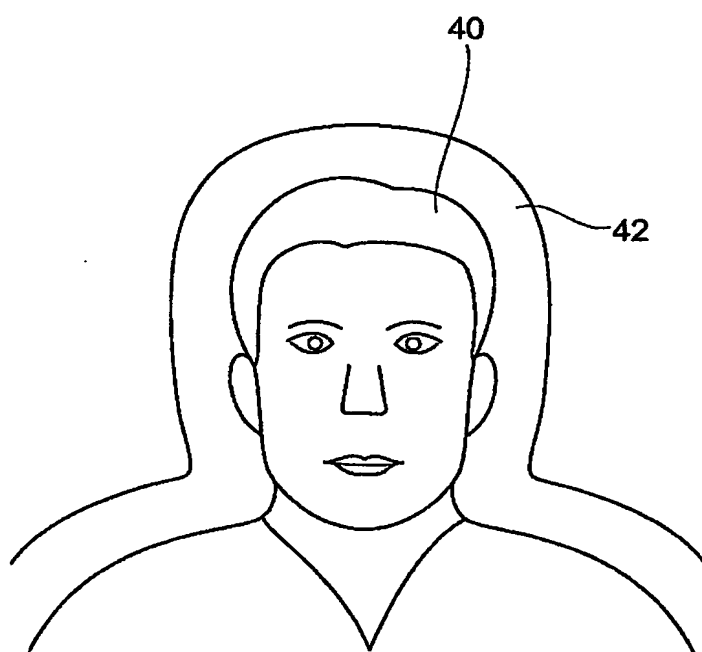
【図6】



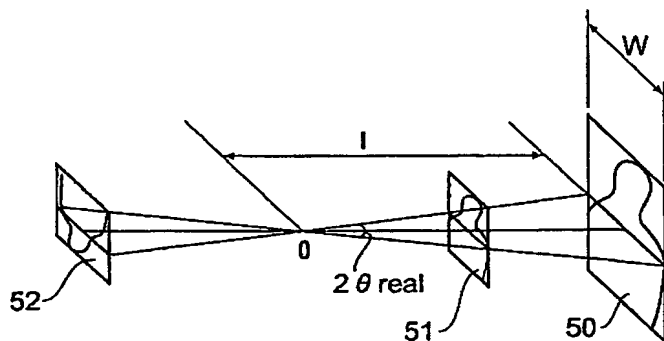
【図7】



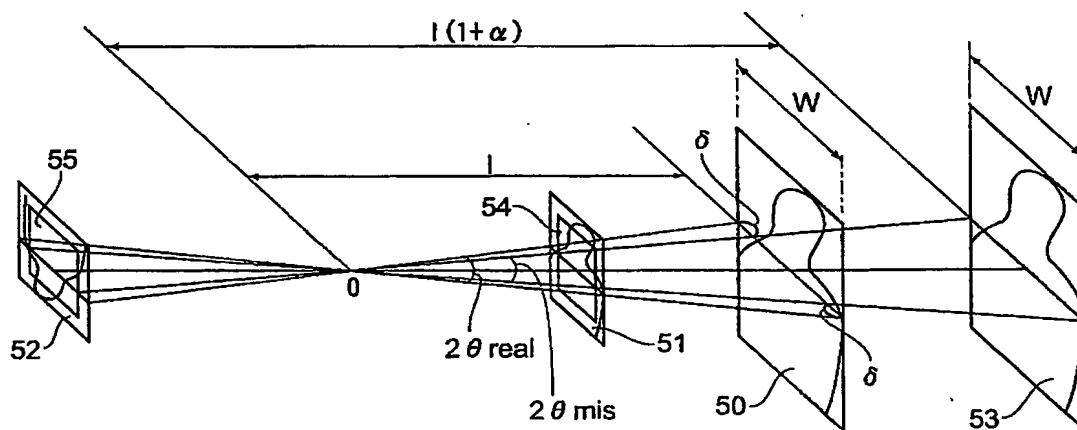
【図8】



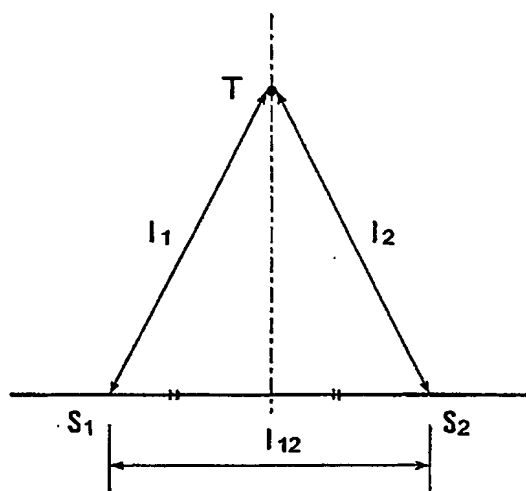
【図9】



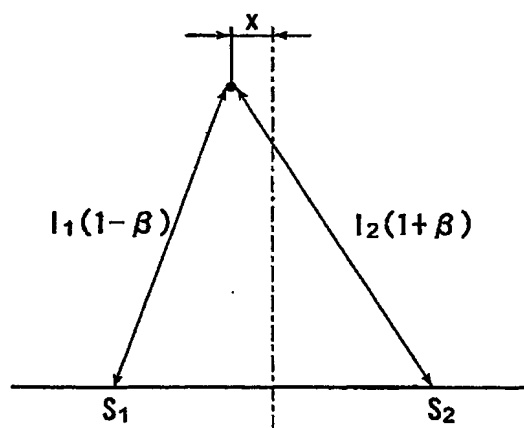
【図10】



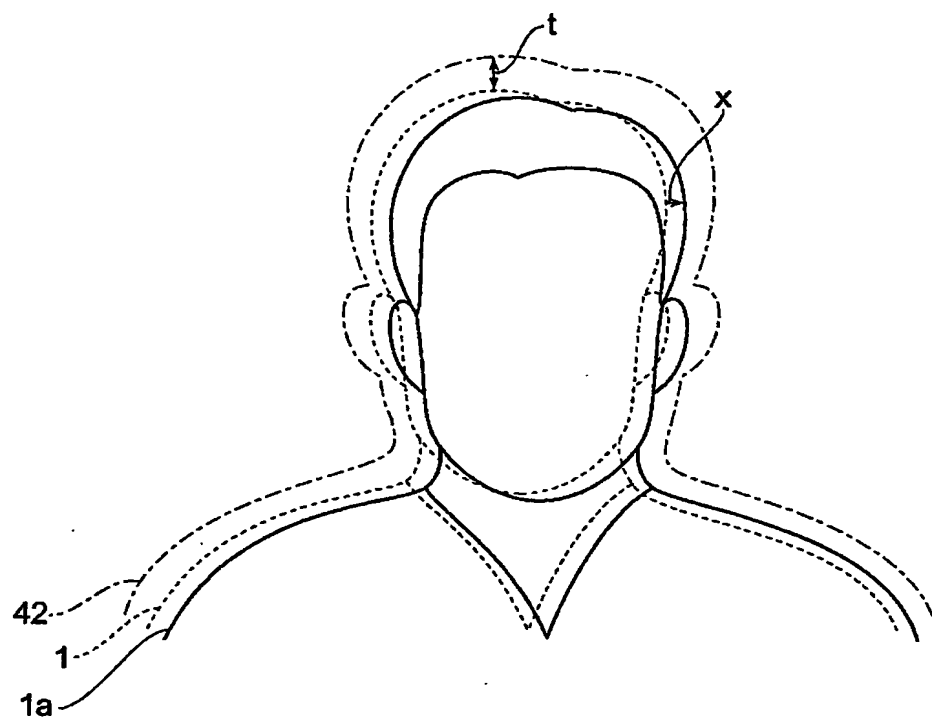
【図 1 1】



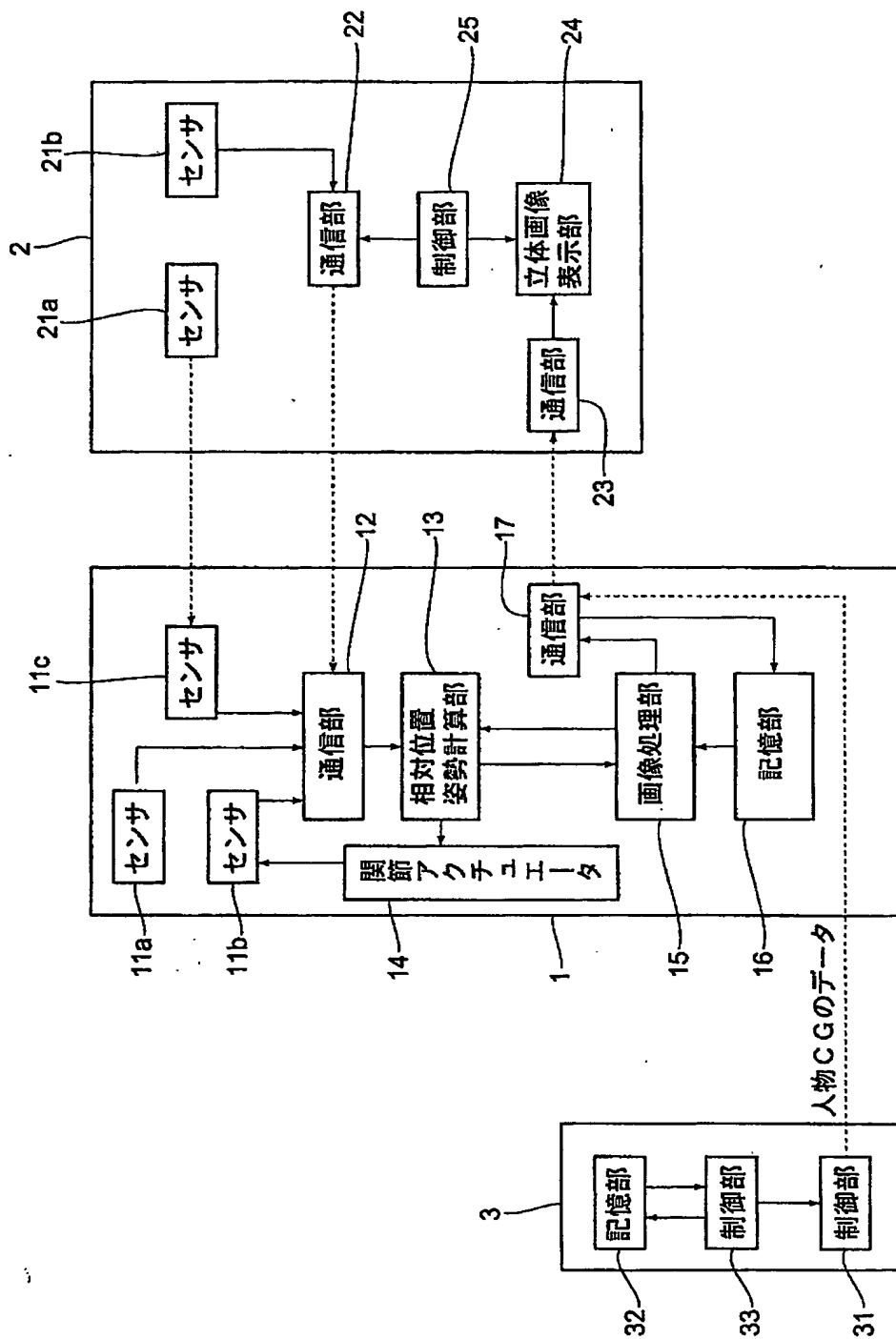
【図 1 2】



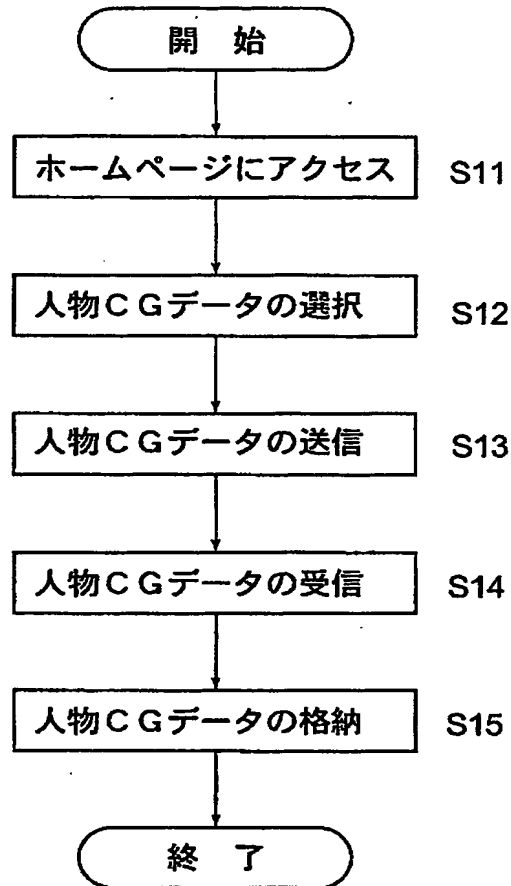
【図13】



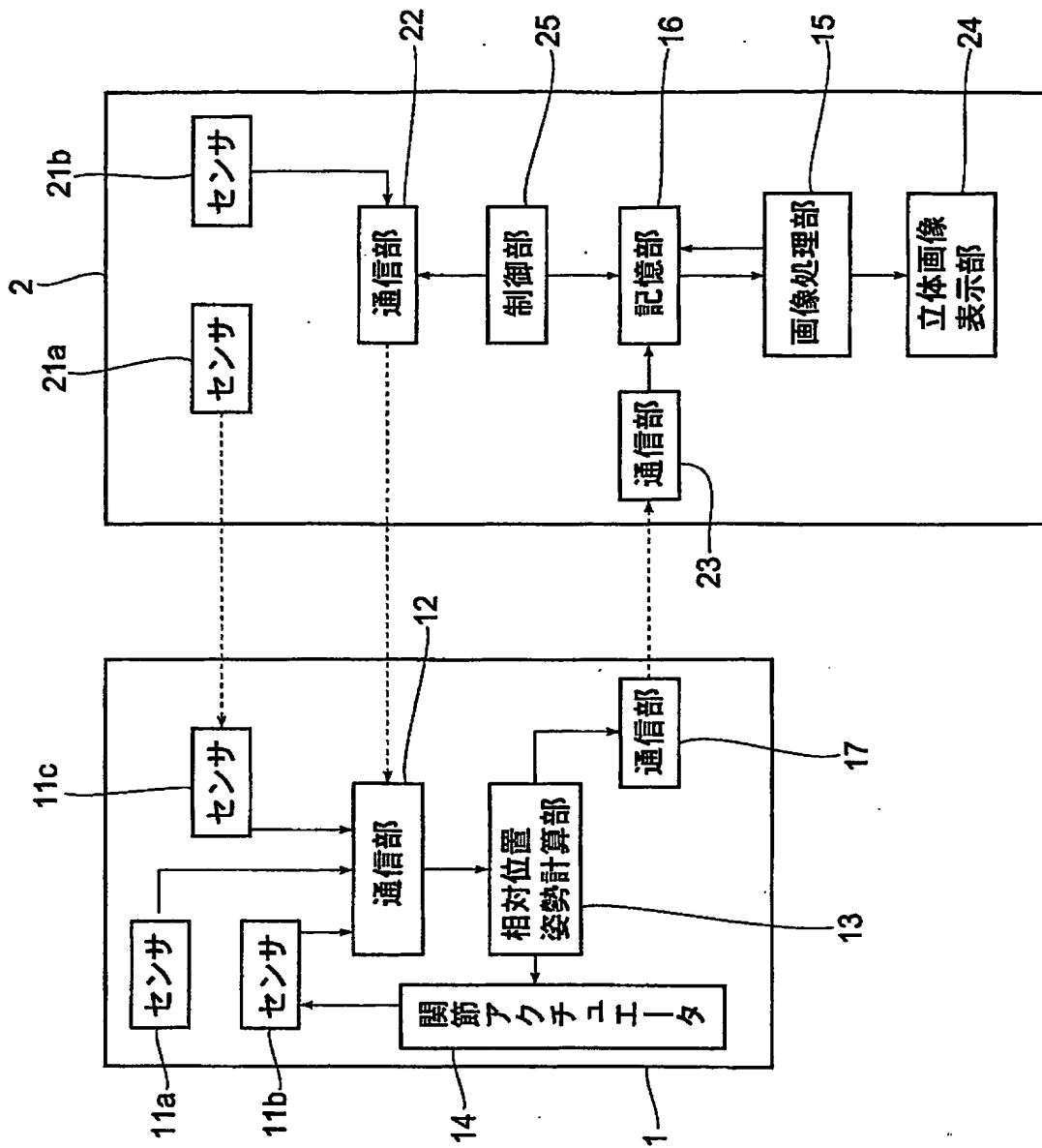
【図14】



【図15】



【図16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低コストにてロボットに対する親近感を高めることができる画像処理システムを提供すること。

【解決手段】 実物体の形態および実物体を見る観察者と実物体との位置関係に合う形態のCGを生成する画像生成手段13、15aと、CGの周縁に後光画像を生成する後光生成手段15bと、CGと後光画像とを合成した合成画像を生成する合成画像生成手段15cと、合成画像を、実物体に重なるように観察者が見るディスプレイに表示させる画像表示処理手段24とを備える画像処理システムとすること。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-013792
受付番号	50200081382
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成14年 1月29日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年 1月23日
-------	-------------

出願人履歴情報

識別番号 [502026481]

1. 変更年月日 2002年 1月23日

[変更理由] 新規登録

住 所 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉413番2号

氏 名 庄司 道彦